

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle**  
Bureau international



**(43) Date de la publication internationale**  
30 juin 2005 (30.06.2005)

**PCT**

**(10) Numéro de publication internationale**  
**WO 2005/059440 A1**

**(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :**  
**F23D 14/22, F23C 6/04, F23D 14/32**

**(21) Numéro de la demande internationale :**  
PCT/FR2004/050654

**(22) Date de dépôt international :**  
6 décembre 2004 (06.12.2004)

**(25) Langue de dépôt :**  
français

**(26) Langue de publication :**  
français

**(30) Données relatives à la priorité :**  
0351078 16 décembre 2003 (16.12.2003) FR

**(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :** L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

**(72) Inventeurs; et**  
**(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :** TSIAVA, Rémi Pierre [FR/FR]; 71, rue André Breton, F-91250 St Germain Les Corbeil (FR). LEROUX, Bertrand [FR/FR]; 3, passage de l'Industrie, F-92130 Issy Les Moulineaux (FR).

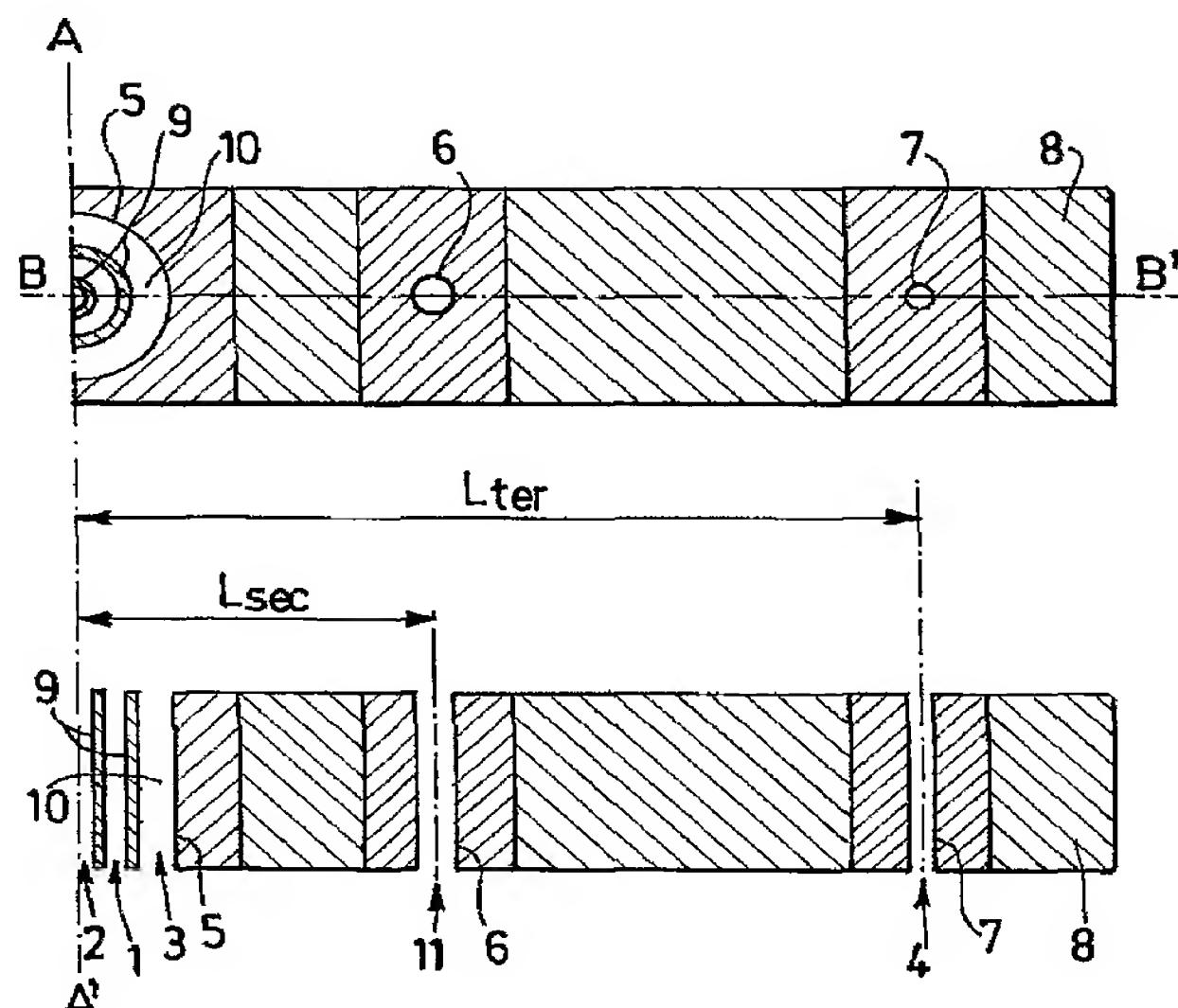
**(74) Mandataire :** DUCREUX, Marie; L'AIR LIQUIDE SA, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

**(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) :** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

*[Suite sur la page suivante]*

**(54) Title:** STAGED COMBUSTION METHOD WITH OPTIMISED INJECTION OF PRIMARY OXIDANT

**(54) Titre :** PROCEDE DE COMBUSTION ETAGEE AVEC INJECTION OPTIMISEE DE L'OXYDANT PRIMAIRE



**(57) Abstract:** The invention relates to a fuel combustion method in which one jet of fuel and at least two jets of oxidant are injected. According to the invention, the first jet of oxidant, known as the primary oxidant jet, is injected such as to be in contact with the jet of fuel and to produce a first incomplete combustion, the gases produced by said first combustion comprising at least one part of the fuel, and the second jet of oxidant is injected at a distance from the jet of fuel such as to combust with the part of the fuel present in the gases produced by the first combustion. Moreover, the primary oxidant jet is divided into two primary jets, namely: a first primary oxidant jet, known as the central jet, which is injected at the centre of the jet of fuel; and a second primary oxidant jet, known as the sheathing jet, which is injected coaxially around the fuel jet.

*[Suite sur la page suivante]*

**WO 2005/059440 A1**



(84) *États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

---

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé de combustion d'un combustible, dans lequel on injecte un jet du combustible et au moins deux jets d'oxydant, le premier jet d'oxydant, dit primaire, étant injecté au contact du jet de combustible et de manière à engendrer une première combustion incomplète, les gaz issus de cette première combustion comportant encore au moins une partie du combustible, et le deuxième jet d'oxydant étant injecté à distance du jet de combustible de manière à entrer en combustion avec la partie du combustible présent dans les gaz issus de la première combustion, dans lequel le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets primaires : un premier jet d'oxydant primaire, dit central, injecté au centre du jet de combustible, et un second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible.

## Procédé de combustion étagée avec injection optimisée de l'oxydant primaire.

5

La présente invention concerne un procédé de combustion étagée mettant en œuvre un jet d'oxydant primaire et un jet d'oxydant secondaire, dans lequel l'injection de l'oxydant primaire a été optimisée.

Les performances d'un procédé de combustion dans un four industriel doivent 10 répondre à deux critères :

- limiter les rejets de polluants atmosphériques (NOx, poussières,...) qui doivent être en quantité inférieure à la limite fixée par la législation,

- contrôler la température des parois du four et de la charge à chauffer de manière à répondre, à la fois aux contraintes relatives à la qualité du produit soumis à la combustion 15 et à la consommation énergétique. Une solution avantageuse pour répondre à ces deux critères est d'abaisser la température de la flamme de combustion et un des moyens utilisés est la combustion étagée. Le procédé de combustion étagée des combustibles consiste à diviser la quantité d'oxydant nécessaire à la combustion totale du combustible en au moins deux flux d'oxydant introduits à différentes distances du flux de combustible.

20 Ainsi, un premier flux d'oxydant est introduit à très proche distance du flux de combustible. Ce flux le plus proche du flux de combustible est dénommé le flux primaire ; il permet la combustion partielle du combustible à une température contrôlée qui limite la formation des NOx. Les autres flux d'oxydant sont introduits à plus grande distance du combustible que le flux d'oxydant primaire ; ils permettent d'achever la combustion du combustible 25 n'ayant pas réagi avec l'oxydant primaire. Ces flux sont dénommés flux secondaires. Le document WO 02/081967 décrit un procédé permettant de mettre en œuvre ce type de procédé de combustion étagée. L'oxydant est séparé en trois flux distincts, qui sont injectés à différentes distances du point d'injection du combustible et à différentes vitesses. Ainsi, un premier jet d'oxydant est injecté avec une vitesse élevée au centre du 30 jet de combustible. Ensuite, un deuxième jet d'oxydant est injecté avec une vitesse plus faible à une première distance du jet de combustible. Enfin, un troisième jet d'oxydant est injecté à une deuxième distance du jet de combustible, cette deuxième distance étant supérieure à la première distance.

Il peut être utile de mettre en œuvre ce type de procédé avec des puissances 35 variables de brûleur, par exemple lorsque la charge du four change. Il peut être ainsi souhaitable d'utiliser des basses puissance de brûleur, c'est-à-dire d'utiliser les brûleurs

avec de faibles vitesses de combustible par rapport au régime nominal des brûleurs. Or, l'utilisation des brûleurs avec de faibles vitesses de combustible par rapport au régime nominal peut conduire à une élévation de la flamme : dans le cas d'une injection des combustibles et comburants dans un plan horizontal, la flamme remonte vers la voûte du 5 four industriel et peut l'abîmer.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé de combustion étagée dans lequel il est possible de modifier la puissance du brûleur, et notamment de l'abaisser par rapport à sa puissance nominale, sans que ce changement de puissance conduise à un changement de direction de flamme et à la détérioration de la paroi du four.

10 Dans ce but, l'invention concerne donc un procédé de combustion d'un combustible, dans lequel on injecte un jet du combustible et au moins deux jets d'oxydant, le premier jet d'oxydant, dit primaire, étant injecté au contact du jet de combustible et de manière à engendrer une première combustion incomplète, les gaz issus de cette première combustion comportant encore au moins une partie du combustible, et le deuxième jet 15 d'oxydant étant injecté à distance du jet de combustible de manière à entrer en combustion avec la partie du combustible présent dans les gaz issus de la première combustion, dans lequel le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets primaires :  
- un premier jet d'oxydant primaire, dit central, injecté au centre du jet de combustible, et  
- un second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, injecté de manière coaxiale autour du 20 jet de combustible.

L'invention consiste donc en un procédé de combustion étagée dans lequel l'oxydant nécessaire à la combustion du combustible est divisé sous forme de deux jets. Le premier jet, dit primaire, est injecté au contact du jet de combustible, ce qui signifie que la distance entre le jet de combustible et le jet d'oxydant primaire est nulle (mis à part la 25 présence éventuelle d'une paroi de canalisation conduisant ces différents jets). Selon la caractéristique essentielle de l'invention, le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets injectés de manière différente vis-à-vis du jet de combustible. Le premier jet d'oxydant primaire, dit central, est injecté au centre du jet de combustible, et le second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, est injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible. En 30 pratique, ce procédé pourra être mis en œuvre par l'utilisation d'une canne d'injection constituée de deux tubes concentriques, l'un pour l'injection du combustible, l'autre pour l'oxydant primaire central. La canne d'injection est placée dans un ouvreau céramique et l'oxydant primaire de gainage est injecté dans l'espace défini entre l'ouvreau et la canne d'injection. L'extrémité de la canne d'injection peut être placée en retrait de ou dans le 35 même plan que la paroi d'injection dans le four.

Selon l'invention, la quantité d'oxydant présente dans le jet d'oxydant primaire est inférieure à la quantité totale d'oxydant nécessaire à la combustion totale du combustible. Le deuxième jet d'oxydant permet d'apporter la quantité d'oxydant nécessaire à l'achèvement de la combustion du combustible. Le deuxième jet d'oxydant est injecté à 5 distance du second jet d'oxydant primaire, ce qui signifie que la distance entre ces deux jets n'est pas nulle. De préférence, cette distance est d'au moins 80 mm, encore plus préférentiellement d'au moins 90 mm. Généralement, la somme des quantités de tous les oxydants injectés est sensiblement stœchiométrique, c'est-à-dire comprise dans un intervalle de plus ou moins 15 % par rapport à la quantité stœchiométrique nécessaire à 10 la combustion totale du combustible. La quantité de deuxième oxydant représente généralement 10 à 98 % de la quantité totale d'oxydant injecté, de préférence 50 à 98 %, encore plus préférentiellement 75 à 98 %, l'oxydant primaire (qui correspond à la fois à l'oxydant primaire central et à l'oxydant primaire de gainage) représentant une quantité comprise entre 2 et 90 %, de préférence entre 2 et 50 %, encore plus préférentiellement 15 entre 2 à 25 % de la quantité totale d'oxydant.

Selon l'invention, il est préférable que la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central soit supérieure à la vitesse d'injection du jet de combustible. Par cette caractéristique, le jet d'oxydant central garantit à la fois un bon entraînement du jet de combustible et une vitesse suffisamment importante de ce jet de combustible. Ainsi, le 20 combustible est parfaitement entraîné vers la zone de combustion avec le deuxième oxydant. La vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central est généralement d'au moins 50 m/s, de préférence comprise entre 50 et 150 m/s. La vitesse d'injection du jet de combustible est préférablement supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage, encore plus préférentiellement entre 5 et 15 m/s. Selon un mode 25 avantageux, la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant peut être supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.

Selon l'invention, la distance à laquelle le deuxième jet d'oxydant est injecté et la vitesse de ce deuxième jet d'oxydant sont préférablement telles que le rapport de la 30 distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est compris entre  $10^{-3}$ s et  $10^{-2}$ s, de préférence entre  $3.10^{-3}$ s et  $8,5.10^{-3}$ s. Cette relation permet de résoudre le problème de l'invention tout en assurant une faible émission de  $\text{NO}_x$  et une luminosité de flamme améliorée permettant le contrôle visuel de la combustion par l'opérateur.

35 Selon un mode particulier du procédé de l'invention, un troisième jet d'oxydant peut être injecté en un point situé entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le

point d'injection du deuxième jet oxydant. L'avantage de l'injection de ce troisième jet oxydant est qu'elle permet de jouer sur les débits entre les deuxième et troisième jets d'oxydant et de modifier le moment du brûleur et la longueur de la flamme de manière à contrôler le profil de transfert à la charge du four. De préférence, la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure ou égale à la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant. Il a été observé qu'il était préférable que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du deuxième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central sur la distance définie entre le point d'injection du troisième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central soit compris entre 2 et 10. Dans le cas de ce mode particulier, la quantité d'oxydant présente dans le troisième jet représente de préférence 50 à 75 % de la quantité totale d'oxydant injecté par les deuxième et troisième jets, cette quantité totale d'oxydant injecté par les deuxième et troisième jets représentant 10 à 98 % de la quantité totale d'oxydant injecté, de préférence 50 à 98 %, encore plus préférentiellement 75 à 98 %. Selon l'invention, la distance à laquelle le troisième jet d'oxydant est injecté et la vitesse de ce troisième jet d'oxydant sont préférablement telles que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du troisième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant est compris entre  $6 \cdot 10^{-4}$ s et  $6 \cdot 10^{-3}$ s, de préférence entre  $1,5 \cdot 10^{-3}$ s et  $4 \cdot 10^{-3}$ s.

Selon une première variante du procédé selon l'invention, les deux jets d'oxydant primaires présentent la même concentration en oxygène. Il est alors en outre avantageux d'utiliser un oxydant dans le deuxième jet, et éventuellement le troisième jet, présentant la même composition que le premier jet, car il est alors possible de n'avoir qu'une seule source d'oxydant à diviser entre les différents points d'injection d'oxydants.

Toutefois, selon une deuxième variante du procédé selon l'invention, la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire central peut être supérieure à la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire de gainage et des deuxième et troisième jets. Ce peut-être le cas lorsque l'approvisionnement en oxygène de haute pureté est limité. L'oxydant de concentration élevée en oxygène est alors injecté sous forme du jet d'oxydant primaire central, tandis que de l'air est injecté dans tous les autres jets d'oxydant.

Le jet de deuxième oxydant peut être lui-même constitué d'une pluralité de jets de deuxième oxydant. Pour une bonne symétrie de l'ensemble de combustion, les jets de deuxième oxydant sont, de préférence, disposés de façon régulière autour des jets de combustible et d'oxydant primaire. Cette disposition peut également être appliquée au jet de troisième oxydant.

Le procédé est de préférence mis en œuvre avec des combustibles gazeux. Si le combustible est liquide, il est alors souhaitable qu'un gaz d'atomisation soit utilisé pour atomiser le liquide ; selon l'invention, le gaz d'atomisation peut être l'oxydant, notamment de l'air ou de l'oxygène. Le gaz d'atomisation peut être introduit à la place de l'oxydant de 5 gainage et/ou à la place de l'oxydant central.

Enfin, l'invention concerne l'utilisation du procédé précédente pour le chauffage d'une charge de verre ou pour un four de réchauffage.

La mise en œuvre du procédé selon l'invention permet d'atteindre l'objectif de flamme tendue, c'est-à-dire de flamme ne déviant pas vers une paroi du four.

10 La figure 1 illustre un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention. La figure 1 représente une partie du dispositif qui est conçu de façon symétrique par rapport à l'axe AA'. La figure 1 donne une vue de face du dispositif et la coupe correspondante selon l'axe BB'. Le dispositif est constitué d'ouveaux 5, 6, 7 percés dans la paroi du four 8 et d'une canne d'injection 9 constituée de deux tubes coaxiaux. La 15 canne d'injection est placée dans l'ouveau 5. Cet ouveau 5 est suffisamment large pour qu'un espace libre 10 existe entre le tube extérieur de la canne et la paroi de l'ouveau. L'oxydant primaire 2, 3 est injecté à la fois dans le tube central de la canne 9 et dans l'espace libre 10. Le combustible 1 est injecté dans l'espace défini entre le tube intérieur et le tube extérieur de la canne d'injection 9. Le deuxième oxydant 4 est injecté dans 20 l'ouveau 7 le plus éloigné de l'ouveau central 5. Le troisième oxydant 11 est injecté dans l'ouveau 6 intermédiaire.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de combustion d'un combustible, dans lequel on injecte un jet du combustible et au moins deux jets d'oxydant, le premier jet d'oxydant, dit primaire, étant injecté au contact du jet de combustible et de manière à engendrer une première combustion incomplète, les gaz issus de cette première combustion comportant encore au moins une partie du combustible, et le deuxième jet d'oxydant étant injecté à distance du jet de combustible de manière à entrer en combustion avec la partie du combustible présent dans les gaz issus de la première combustion,  
5 caractérisé en ce que le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets primaires :
  - un premier jet d'oxydant primaire, dit central, injecté au centre du jet de combustible, et
  - un second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central est supérieure à la vitesse d'injection du jet de combustible.
- 15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du jet de combustible est supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.  
20
- 25 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est compris entre  $10^{-3}$ s et  $10^{-2}$ s.
- 35 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un troisième jet d'oxydant est injecté en un point situé entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet oxydant.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure à la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7 caractérisé en ce que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du deuxième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central sur la distance définie entre le point d'injection du troisième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central est compris entre 2 et 10.  
5
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux jets d'oxydant primaires présentent la même concentration en oxygène.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire central est supérieure à la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire de gainage.
11. Utilisation du procédé défini selon l'une des revendications 1 à 10 pour le chauffage  
15 d'une charge de verre ou pour un four de réchauffage.

1/1

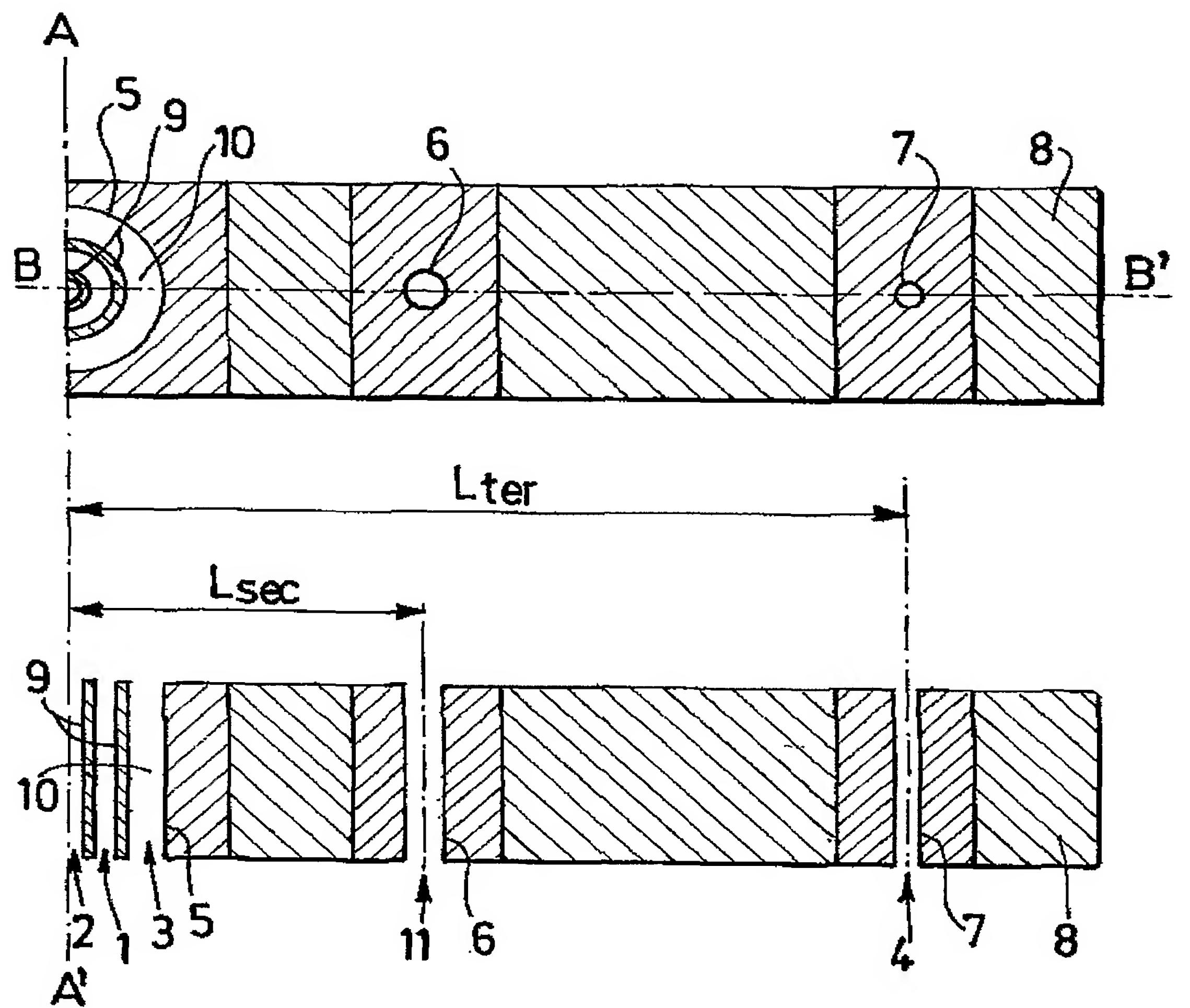


FIG.1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/050654A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F23D14/22 F23C6/04 F23D14/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F23D F23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/099912 A1 (KOBAYASHI HISASHI ET AL) 29 May 2003 (2003-05-29)	1,10,11
Y	page 3, paragraph 33 – paragraph 34	2,3,6-8
A	page 3, paragraph 36 – paragraph 37	9
	page 4, paragraph 41 – paragraph 43	
	figures 1,2	
	-----	
Y	EP 0 763 692 A (AIR LIQUIDE) 19 March 1997 (1997-03-19)	2,3
	page 3, line 58 – page 4, line 13; figures 1,2	
	-----	
	-----	

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  18 April 2005	Date of mailing of the international search report  29/04/2005
--	--

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gavriliu, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/050654

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/081967 A (AIR LIQUIDE ;DUGUE JACQUES (FR); LEGIRET THIERRY (FR); LOUEDIN OLI) 17 October 2002 (2002-10-17) cited in the application page 15, line 24 – page 16, line 16 claims 1,10,17,22,23 figures 3A,3B -----	6-8
A	FR 2 830 606 A (AIR LIQUIDE) 11 April 2003 (2003-04-11) page 14, line 31 – page 17, line 12 figures 11-14 -----	1,11
A	US 2001/039813 A1 (PRUSIA GREG FLOYD ET AL) 15 November 2001 (2001-11-15) page 7, paragraph 87 page 10, paragraph 115 page 10, paragraph 122 – page 11, paragraph 123; figures 5,7,10 -----	1,11
A	EP 0 877 203 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 11 November 1998 (1998-11-11) page 4, line 50 – page 5, line 18; figure 2 -----	1,11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

## Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050654

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003099912	A1	29-05-2003		US 2002127505 A1 AU 2003248848 A1 CA 2492115 A1 WO 2004007351 A2 BR 0116771 A CA 2434445 A1 EP 1350063 A1 JP 2004523717 T US 2003099913 A1 CN 1492982 A WO 02055933 A1 US 2003091948 A1 US 2003104328 A1 US 2003009932 A1 US 2003108833 A1 AU 2003237884 A1 WO 03096918 A1 US 2003236518 A1 AU 2003237815 A1 CA 2485934 A1 WO 03098024 A2 US 2004074427 A1		12-09-2002 02-02-2004 22-01-2004 22-01-2004 23-12-2003 18-07-2002 08-10-2003 05-08-2004 29-05-2003 28-04-2004 18-07-2002 15-05-2003 05-06-2003 16-01-2003 12-06-2003 02-12-2003 27-11-2003 25-12-2003 02-12-2003 27-11-2003 27-11-2003 22-04-2004
EP 0763692	A	19-03-1997		US 5743723 A DE 69632672 D1 EP 0763692 A2 ES 2222473 T3 JP 9166308 A		28-04-1998 15-07-2004 19-03-1997 01-02-2005 24-06-1997
WO 02081967	A	17-10-2002		FR 2823290 A1 BR 0208586 A CA 2443407 A1 CN 1507549 A EP 1379810 A1 WO 02081967 A1 JP 2004523721 T US 2004157178 A1		11-10-2002 23-03-2004 17-10-2002 23-06-2004 14-01-2004 17-10-2002 05-08-2004 12-08-2004
FR 2830606	A	11-04-2003	FR	2830606 A1		11-04-2003
US 2001039813	A1	15-11-2001		US 6422041 B1 AU 1681702 A BR 0200582 A CA 2371620 A1 CN 1374261 A CZ 20020757 A3 EP 1236691 A2 HU 0200698 A2 JP 2002356331 A NO 20021033 A NZ 517368 A PL 352568 A1 US 2003024271 A1 ZA 200201227 A AU 5195200 A CA 2315486 A1 CN 1306945 A EP 1077201 A2		23-07-2002 05-09-2002 10-12-2002 02-09-2002 16-10-2002 14-01-2004 04-09-2002 28-09-2002 13-12-2002 03-09-2002 26-09-2003 09-09-2002 06-02-2003 22-08-2002 22-02-2001 16-02-2001 08-08-2001 21-02-2001

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050654

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2001039813	A1	JP	2001220150 A	14-08-2001
		TR	200002370 A2	21-02-2002
		TW	491819 B	21-06-2002
		US	2002144518 A1	10-10-2002
		ZA	200004135 A	20-02-2001
EP 0877203	A	11-11-1998	US 5904475 A	18-05-1999
			BR 9801589 A	25-05-1999
			DE 69819811 D1	24-12-2003
			DE 69819811 T2	23-09-2004
			EP 0877203 A1	11-11-1998
			ES 2206786 T3	16-05-2004

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/050654

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
 CIB 7 F23D14/22 F23C6/04 F23D14/32

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F23D F23C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2003/099912 A1 (KOBAYASHI HISASHI ET AL) 29 mai 2003 (2003-05-29)	1,10,11
Y	page 3, alinéa 33 - alinéa 34 page 3, alinéa 36 - alinéa 37 page 4, alinéa 41 - alinéa 43 figures 1,2	2,3,6-8
A	----- -----	9
Y	EP 0 763 692 A (AIR LIQUIDE) 19 mars 1997 (1997-03-19) page 3, ligne 58 - page 4, ligne 13; figures 1,2	2,3
	----- -----	-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gavriliu, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050654

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 02/081967 A (AIR LIQUIDE ;DUGUE JACQUES (FR); LEGIRET THIERRY (FR); LOUEDIN OLI) 17 octobre 2002 (2002-10-17) cité dans la demande page 15, ligne 24 – page 16, ligne 16 revendications 1,10,17,22,23 figures 3A,3B -----	6-8
A	FR 2 830 606 A (AIR LIQUIDE) 11 avril 2003 (2003-04-11) page 14, ligne 31 – page 17, ligne 12 figures 11-14 -----	1,11
A	US 2001/039813 A1 (PRUSIA GREG FLOYD ET AL) 15 novembre 2001 (2001-11-15) page 7, alinéa 87 page 10, alinéa 115 page 10, alinéa 122 – page 11, alinéa 123; figures 5,7,10 -----	1,11
A	EP 0 877 203 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 11 novembre 1998 (1998-11-11) page 4, ligne 50 – page 5, ligne 18; figure 2 -----	1,11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/050654

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2003099912	A1	29-05-2003	US	2002127505 A1		12-09-2002
			AU	2003248848 A1		02-02-2004
			CA	2492115 A1		22-01-2004
			WO	2004007351 A2		22-01-2004
			BR	0116771 A		23-12-2003
			CA	2434445 A1		18-07-2002
			EP	1350063 A1		08-10-2003
			JP	2004523717 T		05-08-2004
			US	2003099913 A1		29-05-2003
			CN	1492982 A		28-04-2004
			WO	02055933 A1		18-07-2002
			US	2003091948 A1		15-05-2003
			US	2003104328 A1		05-06-2003
			US	2003009932 A1		16-01-2003
			US	2003108833 A1		12-06-2003
			AU	2003237884 A1		02-12-2003
			WO	03096918 A1		27-11-2003
			US	2003236518 A1		25-12-2003
			AU	2003237815 A1		02-12-2003
			CA	2485934 A1		27-11-2003
			WO	03098024 A2		27-11-2003
			US	2004074427 A1		22-04-2004
EP 0763692	A	19-03-1997	US	5743723 A		28-04-1998
			DE	69632672 D1		15-07-2004
			EP	0763692 A2		19-03-1997
			ES	2222473 T3		01-02-2005
			JP	9166308 A		24-06-1997
WO 02081967	A	17-10-2002	FR	2823290 A1		11-10-2002
			BR	0208586 A		23-03-2004
			CA	2443407 A1		17-10-2002
			CN	1507549 A		23-06-2004
			EP	1379810 A1		14-01-2004
			WO	02081967 A1		17-10-2002
			JP	2004523721 T		05-08-2004
			US	2004157178 A1		12-08-2004
FR 2830606	A	11-04-2003	FR	2830606 A1		11-04-2003
US 2001039813	A1	15-11-2001	US	6422041 B1		23-07-2002
			AU	1681702 A		05-09-2002
			BR	0200582 A		10-12-2002
			CA	2371620 A1		02-09-2002
			CN	1374261 A		16-10-2002
			CZ	20020757 A3		14-01-2004
			EP	1236691 A2		04-09-2002
			HU	0200698 A2		28-09-2002
			JP	2002356331 A		13-12-2002
			NO	20021033 A		03-09-2002
			NZ	517368 A		26-09-2003
			PL	352568 A1		09-09-2002
			US	2003024271 A1		06-02-2003
			ZA	200201227 A		22-08-2002
			AU	5195200 A		22-02-2001
			CA	2315486 A1		16-02-2001
			CN	1306945 A		08-08-2001
			EP	1077201 A2		21-02-2001

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050654

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2001039813	A1	JP	2001220150 A	14-08-2001
		TR	200002370 A2	21-02-2002
		TW	491819 B	21-06-2002
		US	2002144518 A1	10-10-2002
		ZA	200004135 A	20-02-2001
EP 0877203	A	11-11-1998	US 5904475 A	18-05-1999
			BR 9801589 A	25-05-1999
		DE	69819811 D1	24-12-2003
		DE	69819811 T2	23-09-2004
		EP	0877203 A1	11-11-1998
		ES	2206786 T3	16-05-2004